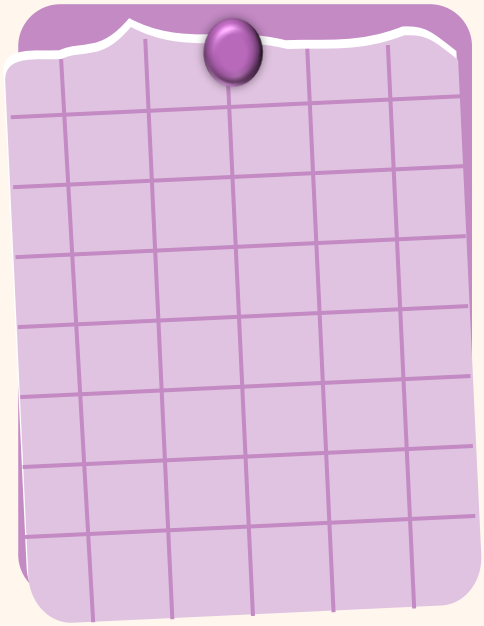
إحسانك وعطاؤك وحب الخير
لغيرك، ونقاء قلبك وسلامة
صدرك، وكثرة ذكرك لربك،
وعدم خوضك في أعراض
الآخرين . . .
كل هذا يزيد من سعادتك،
واطمئنانك، وراحة بالك،
وسيعود عليك بالخير بإذن الله

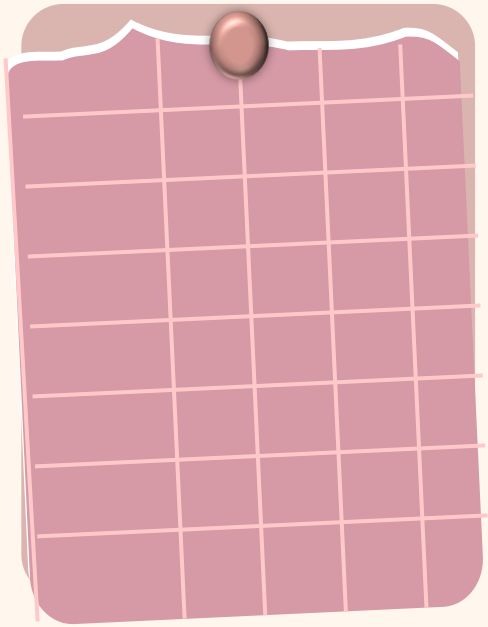
١

٢

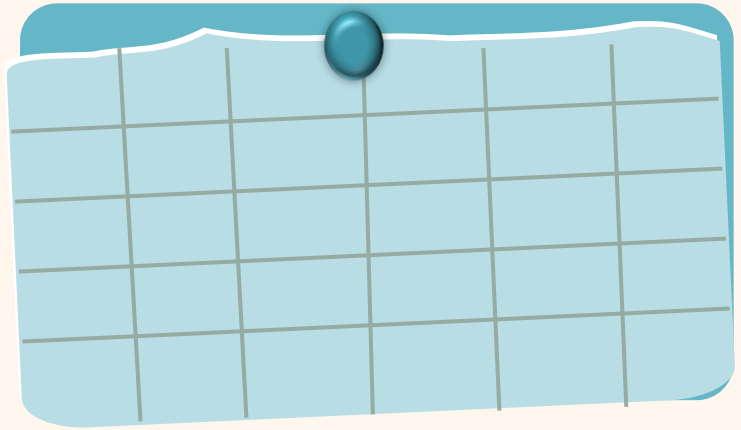
٣



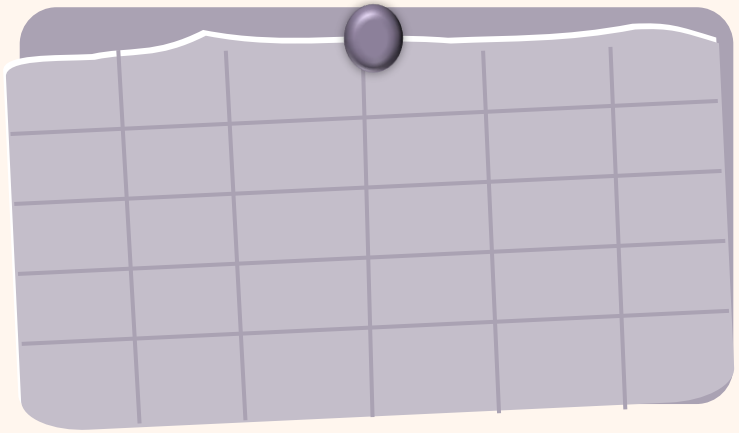
٤



٥



٦



تقويم الدرس السابق

التركيز

ما الناتج من هذه الوصفة؟

كعكة بالشوكولاتة.

كيف يمكنك تغيير المكونات في الوصفة للحصول على ٧ درازن من قطع الكعك؟

مضاعفة كل مكون في الوصفة.

١ كوب حليب سائل
١ كوب سكر
١/٢ كوب كاكاو بودرة
١/٤ كوب زيت
١ ملعقة صغيره فانيلا
١ كوب دقيق
٢ بيضة
١ ملعقة صغيره بايكنغ باودر

ما هو موضوع درسنا لهذا اليوم

حسابات المعادلات الكيميائية

ماذا أعرف؟

ماذا أريد أن
اعرف؟
تصفح الدرس

الأهداف

١ تكتب الخطوات المتتالية المستخدمة في حل مسائل الحسابات الكيميائية

٢ تحل مسائل الحسابات الكيميائية

مراجعة المفردات

التفاعل الكيميائي
العملية التي يعاد فيها ترتيب ذرات مادة أو أكثر لإنتاج مواد جديدة مختلفة

الفكرة الرئيسة

يتطلب حل مسألة الحسابات الكيميائية كتابة معادلة كيميائية موزونة.

الربط مع الحياة

تتطلب عملية الخبز مقادير دقيقة. لذا من الضروري اتباع وصفة معينة عند خبز الكعك.

ماذا تفعل إذا أردت صنع كمية من الكعك أكبر مما تحدده الوصفة؟

استخدام الحسابات الكيميائية

ما الخطوات اللازمة لإجراء الحسابات الكيميائية؟

تبدأ الحسابات الكيميائية جميعها بمعادلة كيميائية موزونة.
وكذلك نحتاج إلى النسب المولية المشتقة من المعادلة الكيميائية الموزونة بالإضافة إلى عوامل تحويل الكتلة-المول.

الحسابات الكيميائية
حساب المولات

الشكل ١- ١٠
يتفاعل فلز البوتاسيوم بشدة مع الماء مطلقاً كمية كبيرة من الحرارة كافية لإشعال غاز الهيدروجين الناتج واحتراقه

يتفاعل البوتاسيوم مع الماء بشدة، كما في الشكل ١- ١٠

$$2K_{(s)} + 2H_2O_{(l)} \rightarrow 2KOH_{(aq)} + H_{2(g)}$$

تبين المعادلة أن مولين من البوتاسيوم ينتجان مولاً من الهيدروجين. ولكن كم ينتج من الهيدروجين إذا تفاعل 0.0400 mol من البوتاسيوم فقط؟

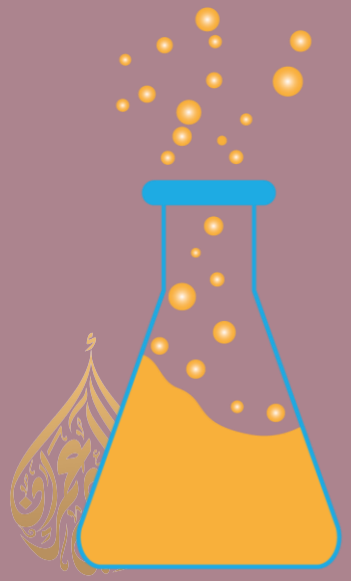
للإجابة عن هذا السؤال حدّد المادة المعطاة والمادة التي تحتاج إلى معرفتها.

فمقدار المادة المعطاة هو 0.0400mol من البوتاسيوم، والمطلوب حسابه هو عدد مولات الهيدروجين . ولأن كمية المادة المعروفة معطاة بالمول، لذا يجب تحديد المادة المطلوب حسابها بالمول أيضًا، ولذلك تتطلب هذه المسألة عامل تحويل مول – مول.

ولحل المسألة عليك معرفة العلاقة التي تربط عدد مولات الهيدروجين مع عدد مولات البوتاسيوم. لقد تعلمت سابقًا كيف تشتق النسبة المولية من المعادلة الكيميائية الموزونة. لذا تُتخذ النسبة المولية عاملاً لتحويل عدد مولات المادة المعروفة إلى عدد مولات المادة المراد حسابها في التفاعل الكيميائي نفسه. ولأنه يمكن كتابة العديد من النسب المولية من هذه المعادلة الكيميائية، فكيف تعرف أي هذه النسب تختار؟

$$\text{عدد مولات المادة المجهولة} = \frac{\text{عدد مولات المادة المجهولة في المعادلة}}{\text{عدد مولات المادة المعروفة في المعادلة}} \times \text{عدد مولات المادة المعروفة}$$

ما هي خطوات حل المسألة؟



استراتيجية حل المسائل

- كتابة معادلة كيميائية موزونة.
- تحديد المادة المعلومة والمجهولة في المعادلة.
- إذا كانت المادة المعطاة بالجرامات " كتلة" تحول إلى أعداد مولات (الكتلة ÷ الكتلة المولية)
- إيجاد نسبة مولية بين المادة المطلوبة والمجهولة من المعادلة.
- إيجاد عدد المولات للمادة المجهولة " حركة المقص للنسب المولية"
- إيجاد الكتلة للمادة المجهولة بـ " قانون الكتلة". (عدد المولات× الكتلة المولية)

هل يجب أن نستخدم جميع الخطوات عند حل المسألة؟

الخطوة الأولى هي التي يجب علينا القيام بها في جميع المسائل

أما باقي الخطوات يحددها

وحدة المادة المعطاة ووحدة المادة المطلوبة

المعادلة الموزونة

١

المادة المعلومة

↓

الكتلة g

↓

÷ الكتلة المولية

٢

↓

عدد المولات mol

٣

المقص

عدد المولات mol

↑

× الكتلة المولية

٤

↑

الكتلة g

↑

المادة المطلوبة

التحويل بين الكتلة والمولات

مثال ١- ٧

المعطيات: عدد مولات البروبان = 10 mol

المطلوب: عدد مولات CO_2

الخطوة الأولى: كتابة المعادلة الموزونة

$$C_3H_{8(g)} + 5O_{2(g)} \rightarrow 3CO_{2(g)} + 4H_2O_{(g)}$$

٢- استخدم النسبة المولية لتحويل المولات

$C_3H_{8(g)}$	$3CO_{2(g)}$	
1	3	من المعادلة
10	?	من المسألة

طريقة المقص

النسبة المولية = $\frac{3X10}{1}$ = 30 mol

تطبيق

مسائل تدريبية

40. يتفاعل غاز الميثان مع الكبريت منتجًا ثاني كبريتيد الكربون CS_2، وهو سائل يستخدم غالبًا في صناعة السلوفان.

$$___CH_{4(g)} + ___S_{8(s)} \rightarrow ___CS_{2(l)} + ___H_2S_{(g)}$$

a. اكتب معادلة التفاعل الموزونة.

b. احسب عدد مولات CS_2 الناتجة عن تفاعل 1.5 mol من S_8.

c. ما عدد مولات H_2S الناتجة عن تفاعل 1.5 mol من S_8؟

41. **تحفيز** يتكون حمض الكبريتيك من تفاعل ثاني أكسيد الكبريت SO_2 مع الأكسجين والماء.

a. اكتب المعادلة الموزونة لهذا التفاعل.

b. ما عدد مولات H_2SO_4 الناتجة عن تفاعل 12.5 mol من SO_2؟

c. ما عدد مولات O_2 اللازمة لتفاعل 12.5 mol من SO_2؟

40. يتفاعل غاز الميثان مع الكبريت منتجًا ثاني كبريتيد الكربون CS_2، وهو سائل يستخدم غالبًا في صناعة السلوفان.

$$___CH_{4(g)} + ___S_{8(s)} \rightarrow ___CS_{2(l)} + ___H_2S_{(g)}$$

$$2\ CH_{4(g)} + S_{8(s)} \rightarrow 2\ CS_{2(l)} + 4\ H_2S_{(g)}$$

$S_{8(s)}$	$CS_{2\ (l)}$	
1	2	من المعادلة
1.5	?	من المسألة

طريقة المقص

النسبة المولية = $\frac{2X1.5}{1}$ = 3 mol

40. يتفاعل غاز الميثان مع الكبريت منتجًا ثاني كبريتيد الكربون CS_2، وهو سائل يستخدم غالبًا في صناعة السلوفان.

$$___CH_{4(g)} + ___S_{8(s)} \rightarrow ___CS_{2(l)} + ___H_2S_{(g)}$$

$$2\ CH_{4(g)} + S_{8(s)} \rightarrow 2\ CS_{2(l)} + 4\ H_2S_{(g)}$$

$S_{8(s)}$	$H_2S_{(g)}$	
1	4	من المعادلة
1.5	?	من المسألة

طريقة المقص

النسبة المولية = $\frac{4X1.5}{1}$ = 6 mol

41. **تحفيز** يتكون حمض الكبريتيك من تفاعل ثاني أكسيد الكبريت SO_2 مع الأكسجين والماء.

$$2\ SO_{2(g)} + O_{2(g)} + 2H_2O_{(l)} \rightarrow 2\ H_2SO_{4(aq)}$$

$SO_{2(g)}$	$H_2SO_{4(aq)}$	
2	2	من المعادلة
12.5	?	من المسألة

طريقة المقص

النسبة المولية = $\frac{2X12.5}{2}$ = 12.5 mol

41. **تحفيز** يتكون حمض الكبريتيك من تفاعل ثاني أكسيد الكبريت SO_2 مع الأكسجين والماء.

$$2\ SO_{2(g)} + O_{2(g)} + 2H_2O_{(l)} \rightarrow 2\ H_2SO_{4(aq)}$$

$SO_{2(g)}$	$O_{2(g)}$	
2	1	من المعادلة
12.5	?	من المسألة

طريقة المقص

النسبة المولية = $\frac{1X12.5}{2}$ = 6.5 mol

ماذا تعلمنا اليوم

الخلاصة

- تستخدم الحسابات الكيميائية لحساب كميات المواد المتفاعلة والناتجة عن تفاعل معين.
- تعد كتابة المعادلة الكيميائية الموزونة الخطوة الأولى في حل مسائل الحسابات الكيميائية
- تستخدم النسب المولية المشتقة من المعادلة الكيميائية الموزونة في الحسابات الكيميائية.

الحسابات الكيميائية
تحويل المول إلى كتلة

التحويل بين الكتلة والمولات

مثال ١ ـ ٨

المعطيات: عدد مولات $Cl_{2(g)} = 1.25mol$

المطلوب: كتلة كلوريد الصوديوم NaCl

الخطوة الأولى: كتابة المعادلة الموزونة

$$2Na_{(s)} + Cl_{2(g)} \rightarrow 2NaCl_{(g)}$$

٢- استخدم النسبة المولية لتحويل المولات. عدد مولات كلوريد الصوديوم

$Cl_{2(g)}$	$2NaCl_{(g)}$	
1	2	من المعادلة
1.25	?	من المسألة

طريقة المقص

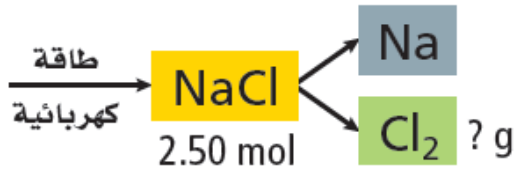
النسبة المولية $= \frac{2 \times 1.25}{1} = 2.50\ mol$

الكتلة = عدد المولات × الكتلة المولية $= 2.25 \times 58.44 = 146g$

تطبيق

مسائل تدريبية

42. يتفكك كلوريد الصوديوم إلى عناصره الأساسية الكلور والصوديوم بتمرير تيار كهربائي في محلوله. فما كمية غاز الكلور، بالجرامات، التي نحصل عليها من العملية الموضحة بالمخطط على اليسار؟



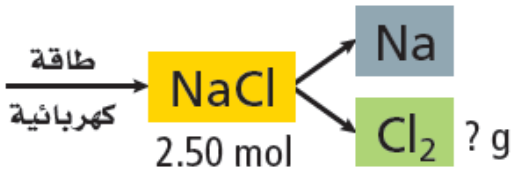
43. **تحفيز،** يستخدم معدن التيتانيوم –وهو فلز انتقالي– في الكثير من السبائك، لقوته العالية وخفة وزنه. ويستخلص رابع كلوريد التيتانيوم $TiCl_4$ من ثاني أكسيد التيتانيوم TiO_2 باستخدام الكلور وفحم الكوك (كربون) وفقًا للمعادلة: $TiO_{2(s)} + C_{(s)} + 2Cl_{2(g)} \rightarrow TiCl_{4(s)} + CO_{2(g)}$

a. ما كتلة غاز Cl_2 اللازمة للتفاعل مع 1.25 mol من TiO_2؟

b. ما كتلة C اللازمة للتفاعل مع 1.25 mol من TiO_2؟

c. ما كتلة المواد الناتجة جميعها من تفاعل 1.25 mol من TiO_2؟

42. يتفكك كلوريد الصوديوم إلى عناصره الأساسية الكلور والصوديوم بتمرير تيار كهربائي في محلوله. فما كمية غاز الكلور، بالجرامات، التي نحصل عليها من العملية الموضحة بالمخطط على اليسار؟



المعطيات: عدد مولات $NaCl_{(s)}$ = 2.50mol

المطلوب: كتلة كلورCl

الخطوة الأولى: كتابة المعادلة الموزونة

$$2NaCl_{(s)} \rightarrow 2Na_{(s)} + Cl_{2(g)}$$

٢- استخدم النسبة المولية لتحويل المولات. عدد مولات الكلور

$2NaCl_{(g)}$	$Cl_{2(g)}$	
2	1	من المعادلة
2.50	?	من المسألة

طريقة المقص

النسبة المولية = $\frac{1X2.50}{2}$ = 1.25 mol

الكتلة = عدد المولات × الكتلة المولية = 1.25 X 70.9 = 88.6 g

سؤال ٤٣

$$TiO_{2(s)} + C_{(s)} + 2Cl_{2(g)} \rightarrow TiCl_{4(s)} + CO_{2(g)}$$

المعطيات: عدد مولات $TiO_{2(s)}$ = 1.25mol

- استخدم النسبة المولية لتحويل المولات. عدد مولات الكلور

$TiO_{2(s)}$	$Cl_{2(g)}$	
1	2	من المعادلة
1.25	?	من المسألة

طريقة المقص

النسبة المولية = $\frac{2X1.25}{1}$ = 2.50 mol

الكتلة = عدد المولات × الكتلة المولية = 2.50 X 70.9 = 177 g

سؤال ٤٣

$$TiO_{2(s)} + C_{(s)} + 2Cl_{2(g)} \rightarrow TiCl_{4(s)} + CO_{2(g)}$$

المعطيات: عدد مولات $TiO_{2(s)}$ = 1.25mol

- استخدم النسبة المولية لتحويل المولات. عدد مولات الكربون

$TiO_{2(s)}$	$C_{(s)}$	
1	1	من المعادلة
1.25	?	من المسألة

طريقة المقص

النسبة المولية = $\frac{1X1.25}{1}$ = 1.25 mol

الكتلة = عدد المولات × الكتلة المولية = 1.25 X 12 = 15 g

سؤال ٤٣

$$TiO_{2(s)} + C_{(s)} + 2Cl_{2(g)} \rightarrow TiCl_{4(s)} + CO_{2(g)}$$

المعطيات: عدد مولات $TiO_{2(s)}$ = 1.25mol

الكتلة = عدد المولات × الكتلة المولية= 1.25 X 79.865 = 99.8 g

كتلة المواد المتفاعلة جميعها بالجرامات

$$TiO_2 + C + Cl_2$$

99.8 + 15 + 177 = 292 g

بما أن الكتلة محفوظة

كتلة المواد الناتجة = كتلة المواد المتفاعلة =٢٩٢ جرام

ماذا تعلمنا اليوم

الخلاصة

- تستخدم الحسابات الكيميائية لحساب كميات المواد المتفاعلة والناتجة عن تفاعل معين.
- تعد كتابة المعادلة الكيميائية الموزونة الخطوة الأولى في حل مسائل الحسابات الكيميائية
- تستخدم النسب المولية المشتقة من المعادلة الكيميائية الموزونة في الحسابات الكيميائية.

الحسابات الكيميائية
حساب الكتل

إذا كنت تستعد لإجراء تفاعل كيميائي في المختبر فسوف تحتاج إلى معرفة كمية كل من المواد المتفاعلة التي ستستخدمها في إنتاج الكتل المطلوبة من النواتج.

التحويل بين الكتلة والمولات

مثال ١- ٩

المعطيات: كتلة NH_4NO_3 = 25 g

المطلوب: كتلة الماء H_2O

الخطوة الأولى: كتابة المعادلة الموزونة

$$NH_4NO_{3(s)} \rightarrow N_2O_{(g)} + 2H_2O_{(g)}$$

٢- عدد المولات NH_4NO_3 = الكتلة ÷ الكتلة المولية = $\frac{25}{80.04}$ = 0.312 mol

$NH_4NO_{3(s)}$	$H_2O_{(g)}$	
1	2	من المعادلة
0.312	?	من الحل

٣- استخدم النسبة المولية لتحويل المولات
عدد مولات الماء

طريقة المقص

النسبة المولية = $\frac{2X0.312}{1}$ = 0.624 mol

الكتلة = عدد المولات × الكتلة المولية = 0.624 X 18.02 = 11.2g

تطبيق

مسائل تدريبية

44. أحد التفاعلات المستخدمة في نفخ وسادة السلامة الهوائية الموجودة في مقود السيارة هو أزيد الصوديوم NaN_3 وفقًا للمعادلة: $2NaN_{3(s)} \rightarrow 2Na_{(s)} + 3N_{2(g)}$

احسب كتلة N_2 الناتجة عن تحلل NaN_3، كما يظهر في الرسم المجاور.

45. **تحفيز** عند تشكل المطر الحمضي يتفاعل ثاني أكسيد الكبريت SO_2 مع الأكسجين والماء في الهواء ليشكل حمض الكبريتيك H_2SO_4. اكتب المعادلة الموزونة للتفاعل. وإذا تفاعل 2.5 g SO_2 مع الأكسجين والماء، فاحسب كتلة H_2SO_4 الناتجة بالجرامات؟

سؤال ٤٤

المطلوب: كتلة النيتروجين N_2

المعطيات: كتلة NaN_3 = 100 g

$$2NaN_{3(s)} \rightarrow 2Na_{(s)} + 3N_{2(g)}$$

الخطوة الأولى: حساب عدد مولات NaN_3

عدد المولات NaN_3 = الكتلة ÷ الكتلة المولية = $\frac{100}{65.02}$ = 1.533 mol

$NaN_{3(s)}$	$N_{2\ (g)}$	
2	3	من المعادلة
1.533	?	من الحل

٣- استخدم النسبة المولية لتحويل المولات
عدد مولات N_2

طريقة المقص النسبة المولية = $\frac{3X1.533}{2}$ = 2.307 mol

الكتلة = عدد المولات × الكتلة المولية = 2.307 X 28.02 = 64.64 g

سؤال ٤٥

المعطيات: كتلة SO_2 = 2.5 g

المطلوب: كتلة H_2SO_4

الخطوة الأولى: كتابة المعادلة الموزونة

$$2SO_{2(g)} + O_{2(g)} + 2H_2O_{(l)} \rightarrow 2H_2SO_{4(aq)}$$

عدد المولات SO_2 = الكتلة ÷ الكتلة المولية = $\frac{2.5}{64.07}$ = 0.0390 mol

$SO_{2(g)}$	$H_2SO_{4\ (aq)}$	
2	2	من المعادلة
0.0390	?	من الحل

٣- استخدم النسبة المولية لتحويل المولات

عدد مولات H_2SO_4

طريقة المقص

النسبة المولية = $\frac{2 X 0.0390}{2}$ = 0.0390 mol

الكتلة = عدد المولات × الكتلة المولية = 0.0390 X 98.09 = 3.83 g

تجربة

تطبيقات على الحسابات الكيميائية

ما كمية كربونات الصوديوم Na_2CO_3 الناتجة عن تحلل صودا الخبز؟

يستخدم صودا الخبز – كربونات الصوديوم الهيدروجينية – في كثير من وصفات الخبز؛ لأنها تسبب انتفاخ العجينة، مما يجعلها خفيفة إسفنجية. وسبب حدوث ذلك هو تحلل كربونات الصوديوم الهيدروجينية $NaHCO_3$ بالحرارة، لتنتج غاز ثاني أكسيد الكربون وفقًا للمعادلة:

$$2NaHCO_3 \rightarrow Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O$$

خطوات العمل

1. اقرأ تعليمات السلامة في المختبر.
2. صمم جدولًا تدون فيه البيانات العملية وملاحظاتك.
3. استخدم الميزان لقياس كتلة جفنة نظيفة وجافة، ثم ضع فيها 3 g تقريبًا من كربونات الصوديوم الهيدروجينية $NaHCO_3$، وقس الكتلة الكلية للجفنة وكربونات الصوديوم الهيدروجينية، وسجل القياسات في الجدول، ثم احسب كتلة $NaHCO_3$.
4. استخدم كتلة $NaHCO_3$ التي حسبتها والمعادلة الكيميائية الموزونة لحساب كتلة Na_2CO_3 التي ستنتج.
5. جهز حاملًا مع حلقة، ومثلثًا من الصلصال لتسخين الجفنة.
6. سخن الجفنة باستخدام موقد بنزن ببطء في البداية، ثم مدة 8 – 7 min بلهب قوي، وسجل ملاحظاتك في أثناء التسخين.
7. أطفئ الموقد واستخدم ملقطًا لرفع الجفنة عن اللهب.

   ***تحذير:** لا تلمس الجفنة الساخنة.*
8. دع الجفنة تبرد، ثم قس كتلتها وكتلة Na_2CO_3.

تحليل النتائج

1. **صف** ما لاحظته في أثناء تسخين صودا الخبز.
2. **قارن** كتلة Na_2CO_3 التي حسبتها بالكتلة الفعلية التي حصلت عليها من التجربة.
3. **احسب** افترض أن كتلة Na_2CO_3 التي حسبتها في الخطوة رقم 4 هي الكتلة الصحيحة لناتج التفاعل؛ احسب الخطأ ونسبته المئوية في ضوء نتيجة التجربة.
4. **حدد** مصادر الخطأ المحتملة في خطوات العمل التي أدت إلى خطأ الحساب في السؤال رقم 3.

ماذا تعلمنا اليوم

الخلاصة

- تستخدم الحسابات الكيميائية لحساب كميات المواد المتفاعلة والناتجة عن تفاعل معين.
- تعد كتابة المعادلة الكيميائية الموزونة الخطوة الأولى في حل مسائل الحسابات الكيميائية
- تستخدم النسب المولية المشتقة من المعادلة الكيميائية الموزونة في الحسابات الكيميائية.

هيا نفكر

المصادر

يُعدّ حساب كتلة المادة المتفاعلة أو المادة الناتجة عن عدد مولات مادة متفاعلة أخرى أو ناتجة في المعادلة الكيميائية مثالاً على:

أ) تحويل كتلة – كتلة

ب) تحويل كتلة – مول

ج) تحويل مول – كتلة

د) تحويل مول – مول

الواجب في المنصة

إلى اللقاء في الحصة
القادمة